Aus der Psychiatrischen und Neurologischen Klinik
und Poliklinik der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. med. Helmut Selbach

BEITRAG ZUR QUANTITATIVEN EEG-ANALYSE PERIODISCHE KOMPONENTEN IM ZEITABLAUF DER BETA-AUSPRÄGUNG+

+mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der ehem.
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

1970

vorgelegt von
Monica Sternberg
aus Berlin

Aus der Psychiatrischen und Neurologischen Klinik
und Poliklinik der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr.med. Helmut Selbach

BEITRAG ZUR QUANTITATIVEN EEG-ANALYSE

PERIODISCHE KOMPONENTEN IM ZEITABLAUF DER BETA-AUSPRÄGUNG +

+mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der ehemaligen
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Monica Sternberg
aus Berlin

Ehemaliger Dekan: Professor Dr.med. Herbert Lax
Referent: Professor Dr.med. Helmut Künkel
Korreferent: Professor Dr.med. Stanislaw K. Kubicki

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der ehemaligen Medizinischen
Fakultät der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 14. Oktober 1970

Diese Arbeit widme ich meinen Eltern

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

EINLEITUNG und FRAGESTELLUNG - 5

METHODIK 7
Untersuchungs- und Analysegang
1. Registrierung
2. Analoge Vorverarbeitung
3. Digitale Weiterverarbeitung
4. Statistische Analyse der Resultate

KRANKENGUT 25

ERGEBNISSE 26
I. Zeitfunktion der beta-Ausprägung
1. Das arithmetische Mittel der beta-Ausprägung
2. Der Variationskoeffizient der beta-Ausprägung
3. Zwischenzusammenfassung
II. Die Spektren der Zeitfunktion
1. Die Anzahl der signifikanten Maxima
2. Die Prozentanteile der signifikanten Maxima
3. Die Verteilung der signifikanten Maxima über den untersuchten Spektralbereich
4. Zwischenzusammenfassung
III. Zusammenfassung der Ergebnisse

DISKUSSION 37

ZUSAMMENFASSUNG 41

E I N L E I T U N G

Mit Einführung der automatischen Frequenzanalyse in die Elektroencephalographie war die Möglichkeit gegeben, die Ausprägung hirnelektrischer Aktivität auch quantitativ genauer zu erfassen. In zahlreichen Arbeiten von FENYÖ, HASZNOS, POOLE, KÜNKEL, HELMCHEN, SELBACH (u.a. 7, 8, 22, 23, 24, 9, 11, 1) wurden die EEG-Veränderungen bei verschiedenen psychiatrischen Krankheitsbildern unter Psychopharmakatherapie und unter bestimmten Ableitebedingungen untersucht. FENYÖ, HASZNOS, POOLE und KÜNKEL zeigten, daß die hirnelektrische Aktivität nicht nur rein zufallsbedingten Einflüssen unterliegt, sondern daß auch in begrenztem Maße periodische Komponenten in ihrem Zeitablauf wirksam werden. Sie versuchten eine Beziehung zwischen diesen rhythmischen Komponenten und bekannten physiologischen Rhythmen (15) herzustellen. POOLE und HASZNOS (7, 8) konnten eine Übereinstimmung ihrer gefundenen Rhythmen mit den Frequenzen der Atemrhythmik nachweisen. Außer diesen fand KÜNKEL (18) weitere periodisch auftretende Aktivitäten im EEG, die er den Frequenzen von Blutdruckwellen höherer Ordnung zuordnete. In allen diesen Arbeiten wurden die Elektroencephalogramme in ihrer Gesamtheit auf Veränderungen unter bestimmten Faktoren (z.B. verschiedene Ableitebedingungen, Medikamente, Krankheitsbilder u.ä.) untersucht. KRUSE (16) hat in einer differenzierteren Betrachtung des EEGs mit Hilfe der automatischen Frequenzanalyse und Bandintegration das alpha- und theta-Frequenzband getrennt unter Pervazin-Behandlung untersucht.

Die hier vorliegende Arbeit befaßt sich nun mit der Untersuchung des isolierten beta-Frequenzbandes. Die beta-Wellen waren wegen ihrer Kleinheit und der Unregelmäßigkeit ihres

Auftretens für die Auswertung des physiologischen EEGs bisher nicht so bedeutsam wie die alpha-Wellen. Unter Standardableitebedingungen, also bei geschlossenen Augen werden sie oft von alpha-Wellen überlagert, auch bei lokalisierten Ableitungen (3, 4, 13, 14, 2o). Das durch die automatische Frequenzanalyse gewonnene beta-Frequenzband soll unter folgender Fragestellung untersucht werden:

1. Zeigt die beta-Ausprägung eine Abhängigkeit von Versuchsperson, Topographie, Seitenlokalisation und Therapie?
2. Weist die Variabilität der beta-Ausprägung im zeitlichen Ablauf eine Abhängigkeit von Versuchsperson, Topographie, Seitenlokalisation und Therapie auf?
3. Variiert die zeitliche Ausprägung des beta-Frequenzbandes rein zufällig oder ist sie wenigstens teilweise periodischen Einflüssen unterworfen?
4. Lassen sich Beziehungen zwischen der periodischen Aktivität und bekannten physiologischen Rhythmen vermuten?
5. Wie verhält sich die periodische Aktivität unter dem Einfluß von Versuchsperson, Topographie, Seitenlokalisation und Therapie?

METHODIK

Untersuchungs- und Analysegang

Eine ausführlichere Darstellung des Untersuchungs- und Analyseganges in dieser vorliegenden Arbeit erscheint notwendig, um verständlich zu machen, wie jeder Analyseschritt vom vorangehenden abhängt und wie sich die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsgänge schrittweise entwickeln. Überdies ist der für diese Arbeit erforderliche umfangreiche apparative Aufwand in dieser Form und Zusammenstellung bisher noch nicht beschrieben worden.

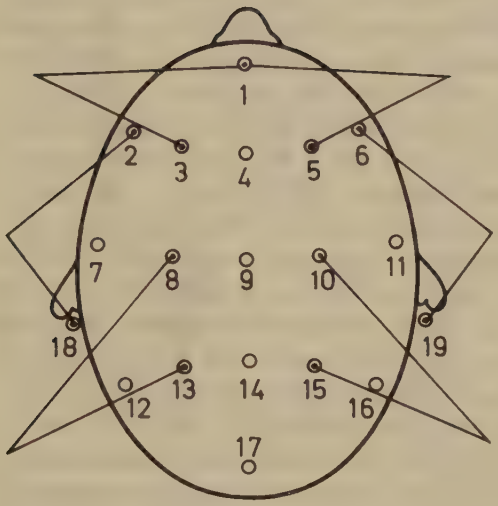
Das methodische Vorgehen gliedert sich in folgende vier Abschnitte:

1. Registrierung
2. Die analoge Vorverarbeitung
3. Die digitale Weiterverarbeitung
4. Statistische Analyse der numerischen Ergebnisse.

1. Registrierung

Die Ableitung der Elektroencephalogramme erfolgte unter den üblichen Standardbedingungen: unter weitestgehender körperlicher und psychischer Entspannung, im Wachzustand bei geschlossenen Augen, unter möglichster Fernhaltung äußerer Störungseinflüsse. Die Lage der Ableiteelektroden lehnt eng an das international übliche 1o-2o-Elektrodensystem an. Durch den zur Verfügung stehenden Analyseapparat bedingt, konnten die einzelnen EEG-Kanäle nur zeitlich getrennt analysiert werden. Deshalb mußte eine Analogspeicherung mehrerer EEG-Kanäle auf ein Magnetband erfolgen. Durch die apparativen Möglichkeiten war die Zahl der zu speichernden EEG-Kanäle auf sechs beschränkt. So konnten also von jedem

li. r.



frontal

temporo-basal

occipital

	li.	r.
frontal	1/3	1/5
temporo-basal	2/18	6/19
occipital	8/13	10/15

Lage der Ableiteelektroden

Abb. 1 *Ableitungsschema*

EEG nacheinander insgesamt sechs Kanäle analysiert werden. Die Lage der Ableiteelektroden wurde so gewählt, daß ein Seitenvergleich zwischen je drei topographisch verschiedenen Ableitungen erfolgen konnte (Abb. 1). Mit dieser Anordnung der Ableiteelektroden waren somit für die später durchzuführende Varianzanalyse Topographie und Seitenlokalisation als Parameter festgelegt. Eine weitestgehende störungsfreie Registrierung und Bandspeicherung war notwendig, um nicht durch Einstreuen von Bewegungs- und Elektrodenartefakten eine völlige Verfälschung der Analyseergebnisse zu erhalten. Eine weitere Bedingung war, daß die artefaktfreie Registrierung kontinuierlich über eine Zeitdauer von mindestens sieben Minuten erfolgen mußte und selbst nicht für Elektrodenkorrekturen unterbrochen werden durfte, da gerade der zeitliche Zusammenhang in der hirnelektrischen Aktivität entscheidend für ihre Beurteilung ist. Es wurden daher von vornherein alle Patienten von der Untersuchung ausgeschlossen, bei denen eine fortlaufende artefaktfreie Registrierung über einen Zeitraum von mindestens sieben Minuten nicht gewährleistet schien.

2. Analoge Vorverarbeitung (Abb. 2)

Die auf diese Weise auf Magnetband gespeicherten sechs Kanäle der Elektroencephalogramme wurden nun nacheinander der analogen Vorverarbeitung unterzogen. Hierzu mußte beim Wiederabspielen des Magnetbandes zunächst das beta-Frequenzband, das in dieser Arbeit isoliert analysiert werden soll, exakt aus dem Gesamtspektrum des EEGs herausgefiltert werden. Das geschah mit Hilfe eines Bandfilters, dessen Durchlasskurve Abb. 3 in doppeltlogarithmischer Darstellung zeigt. Die extreme Steilheit der Flanken des Durchlassbereiches sowie der flache Verlauf innerhalb des Durchlassbereiches

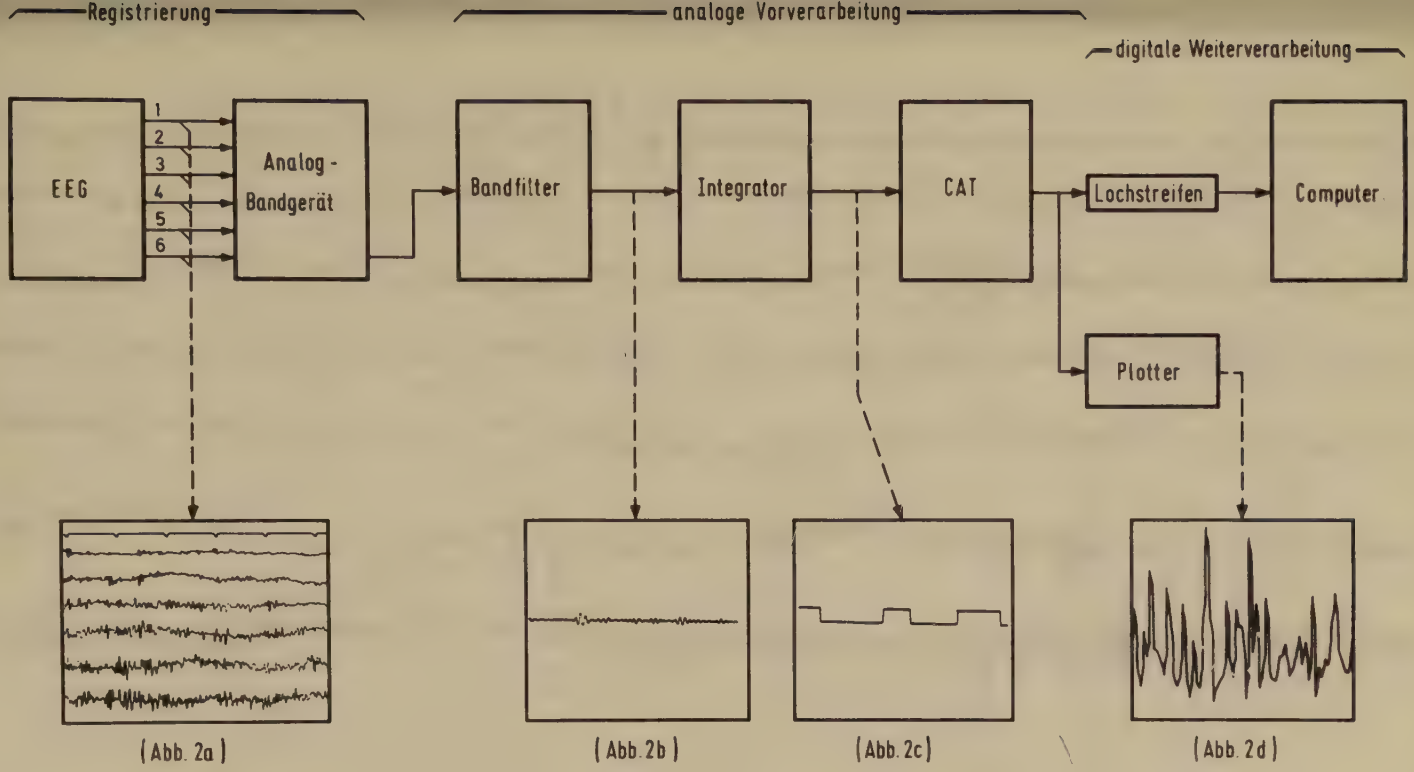


Abb. 2 *Registrierung und analoge Vorverarbeitung*

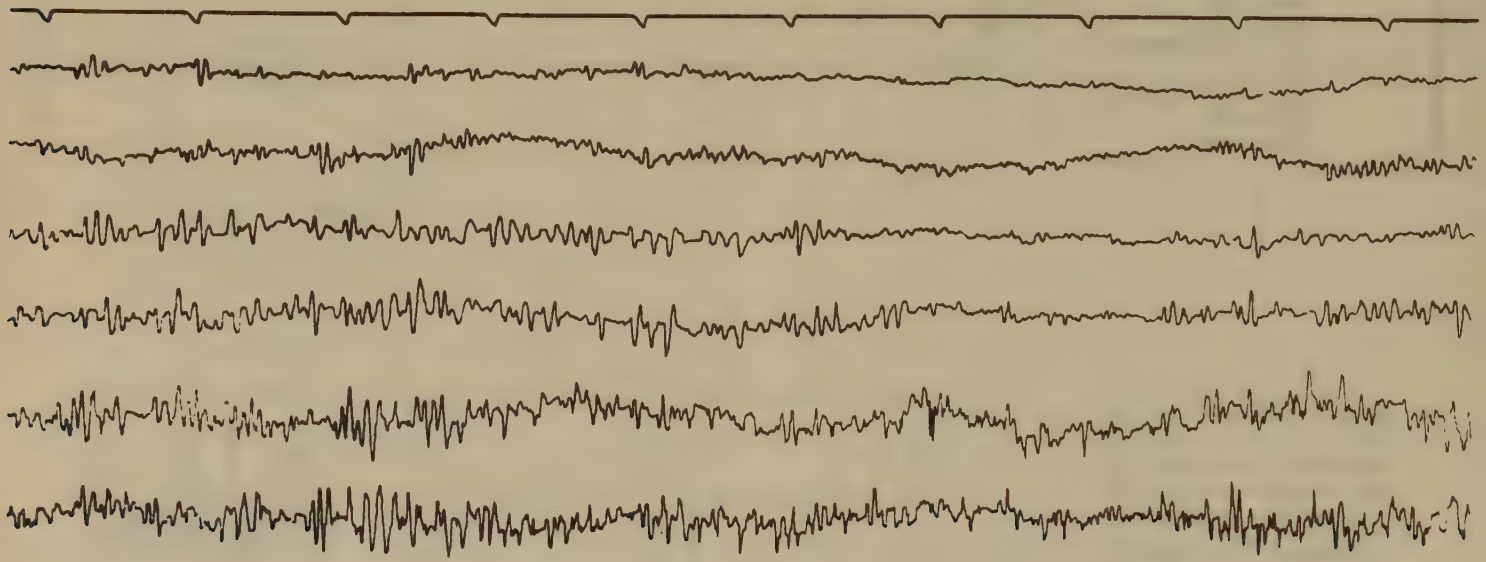


Abb.2a *Registrierbeispiel für Ausgangs-EEG.*

sind charakteristisch für diesen Filter (17). Durch diese Eigenschaften übertrifft er erheblich die bisher in der EEG-Analyse verwendeten Filter. Die extreme Flankensteilheit gibt die Möglichkeit, das gewünschte Frequenzband sehr exakt herauszufiltern und verhindert weitgehend eine Beimischung von Spektrumanteilen der benachbarten Frequenzbänder in die weitere Verarbeitung, die sonst nämlich eine nicht unerhebliche Verfälschung der Ergebnisse zur Folge hätte.

Im nächsten Untersuchungsschritt wurde das so gewonnene Filteroutput einer fortlaufenden automatischen Integration unterzogen. Das Integral einer Fläche ist definiert als die Fläche, die von der Kurve und der Abszisse eingeschlossen wird. Amplitude, Ausprägung und in begrenztem Sinne auch die Frequenz gehen in das Integral ein. Für die Interpretation der bei der digitalen Weiterverarbeitung erhaltenen Spektren ist die Wahl der Integrationszeit von wesentlicher Bedeutung. Die Integrationszeit beinhaltet diejenigen konstanten lückenlos aufeinanderfolgenden Zeitabschnitte, während derer das Integral des Filteroutputs gebildet wird. Hier wurde die Integrationszeit zu 1 sec gewählt, woraus sich eine obere Frequenzgrenze desSpektrums von 0,5 Hz ergab. Diese Tatsache erklärt sich aus den bei KÜNKEL (18) näher auseinandergesetzten Beziehungen zwischen Integrationszeit und Frequenzauflösung. Durch die hier vorgegebene Analyseapparatur vom Typ CAT 400 B mit ihren 400 Speicheradressen war die Zahl der automatisch erfaßbaren Integrationsintervalle auf 400 beschränkt. Somit ergab sich für die Analyse- und Registrierzeit eine Dauer von insgesamt 400 sec oder fast 7 min. Durch entsprechende Veränderungen der Integrationsintervalle hätte eine Verlängerung oder Verkürzung der Analysezeit erreicht werden können. Längere Integrationszeiten hätten eine Verminderung der oberen

Frequenzgrenze des Spektrums bedeutet und dadurch zu Informationsverlusten führen können. Gleichzeitig wäre die EEG-Ableitungszeit auf eine Dauer gestiegen, bei der eine ununterbrochene störungsfreie Registrierung nicht sicher hätte gewährleistet werden können. Dagegen hätten kürzere Integrationszeiten zu einer höheren Frequenzgrenze geführt, was sich aber auf die Frequenzauflösung ungünstig ausgewirkt hätte.

Der zu berechnende Spektralabschnitt von o - o,5 Hz wurde bei einer Frequenzauflösung von o,o1 Hz in 5o Frequenzen unterteilt. Nach den bekannten Beziehungen (18) ergibt sich unter Berücksichtigung der vorgegebenen Registrierzeit die jeweilige Breite der Konfidenzgrenzen. Diese sind aus den Abb. 5 b, 8 und 9 ersichtlich. Aus diesen Überlegungen heraus schien die Wahl der Integrationszeit von 1 sec mit der daraus folgenden oberen Frequenzgrenze des Spektrums von o,5 Hz und der Registrierdauer von 4oo sec sinnvoll.

Zur Kontrolle wurde einmal der Filteroutput selbst registriert (Abb. 2 b), außerdem wurden aber auch die im Abstand von 1 sec aufeinanderfol enden Integrale des Filteroutputs graphisch dargestellt (Abb. 2 c). Durch Ausmessung der graphischen Darstellung hätten auf diese Weise die numerischen Werte der aufeinanderfolgenden Integrale bestimmt werden können, jedoch einen kaum zu bewältigenden Arbeits- und Zeitaufwand gefordert, denn von den 2o hier vorliegenden EEGs mit einer Analyse in jeweils sechs Kanälen über die Dauer von mindestens 4oo sec wären insgesamt 48 ooo Integrale graphisch auszumessen gewesen. Aus diesem Grunde wurden die einzelnen aufeinanderfol enden Integrale in eine ihrem numerischen Wert entsprechende Anzahl von Impulsen durch eine hier nicht näher erläuterte elektronische Schaltung

Abb. 2b *Registrierbeispiel für Ausgabe des Bandfilters für den β-Bereich.*

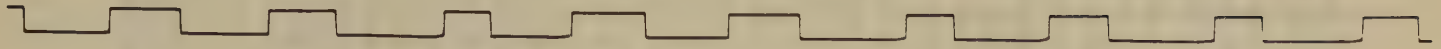


Abb. 2c *Graphische Ausgabe der Integrationswerte des β-Bereiches.*

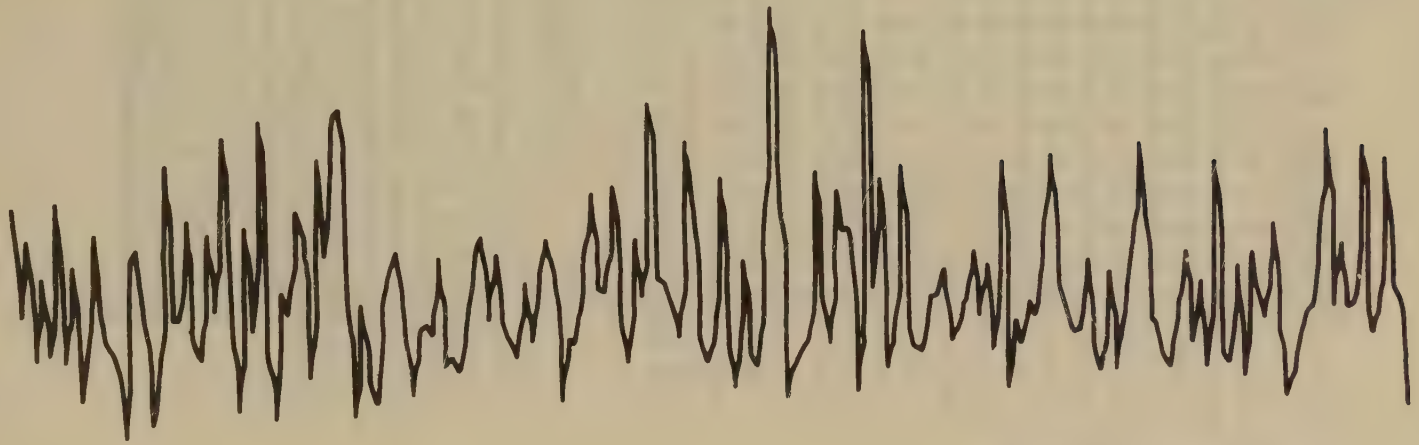


Abb. 2d *Zeitliche Variabilität der β-Ausprägung über 400 sec.*

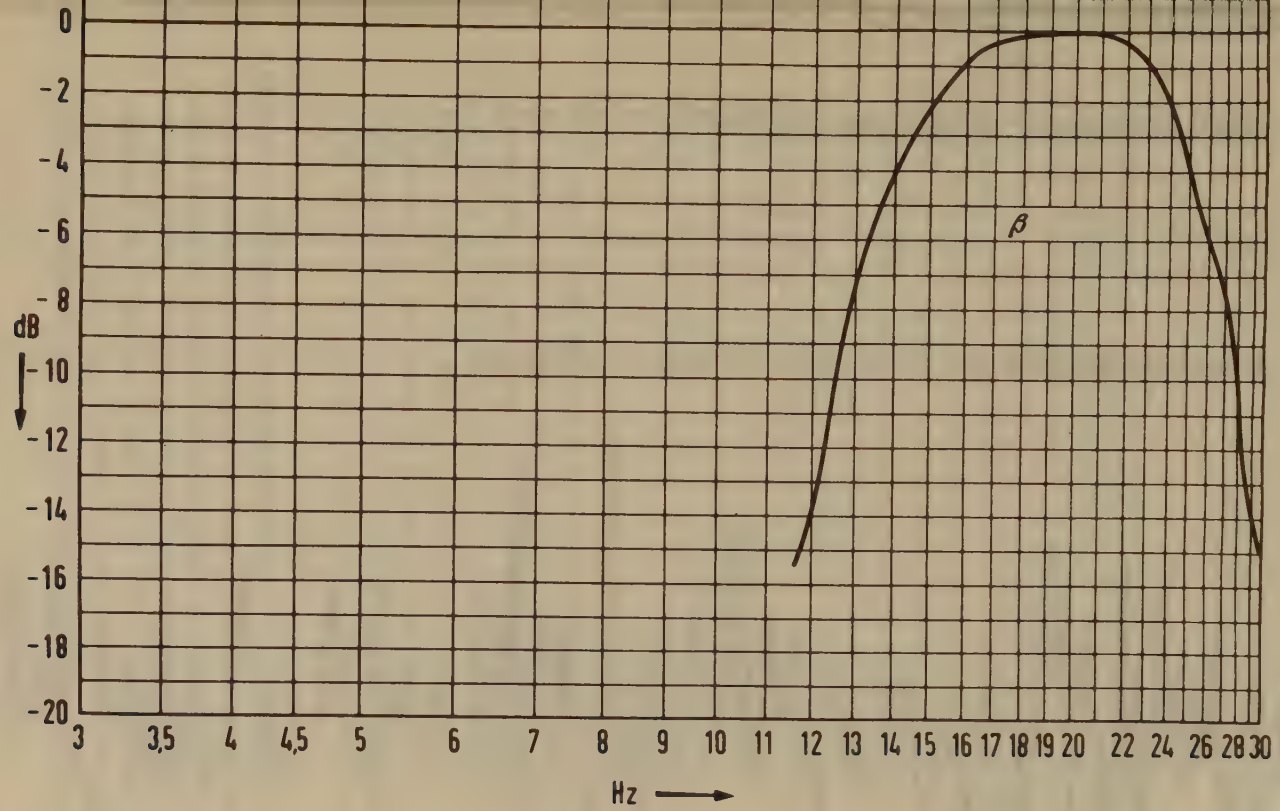


Abb. 3 *Filterdurchlaßkurve*

umgewandelt. Diese Impulse wurden dann als Informationen in den 4oo aufeinanderfolgenden Adressenlokalisationen eines Vielkanalanalysators vom Typ CAT 4oo B automatisch gespeichert. Auf diese Weise wurde die an sich kontinuierliche Zeitfunktion der beta-Ausprägung durch 4oo numerische Integrationswerte, die im Abstand von 1 sec aufeinander folgten, repräsentiert. Mit diesem Schritt war gleichzeitig die für die Weiterverarbeitung erforderliche Digitalisierung erreicht, d.h. die Umwandlung des analogen (mit Spannungen arbeitenden) Analyseganges in den digitalen (mit Zahlenwerten arbeitenden) Analysegang erfolgt. Der hier verwendete Vielkanalanalysator konnte lediglich 4oo Werte nacheinander speichern, so daß die Analysezeit insgesamt auf 4oo sec oder knapp 7 min beschränkt war. Die im Vielkanalanalysator in Form von 4oo einzelnen Werten gespeicherte Zeitfunktion der beta-Ausprägung wurde nun einmal über einen automatischen Kurvenzeichner (Plotter) in graphischer Form ausgegeben (Abb. 2 d), zum anderen digital über ein Steuergerät und einen Lochstreifenstanzer auf einen Lochstreifen. Der Lochstreifen seinerseits wurde dann einem Computer zur digitalen Weiterverarbeitung eingegeben.

3. Digitale Weiterverarbeitung (Abb. 4)

Durch die digitale Weiterverarbeitung soll nun aus der Zeitfunktion der beta-Ausprägung, die nach der vorangegangenen Umformung jetzt durch eine Folge von Integralen dargestellt wird, über eine Berechnung der Autokorrelationsfunktion mit anschließender Fouriertransformation das Leistungsspektrum ermittelt werden. Aus diesem läßt sich direkt die Frage beantworten, ob in der Zeitfunktion der beta-Ausprägung neben den stochastischen Einflüssen auch

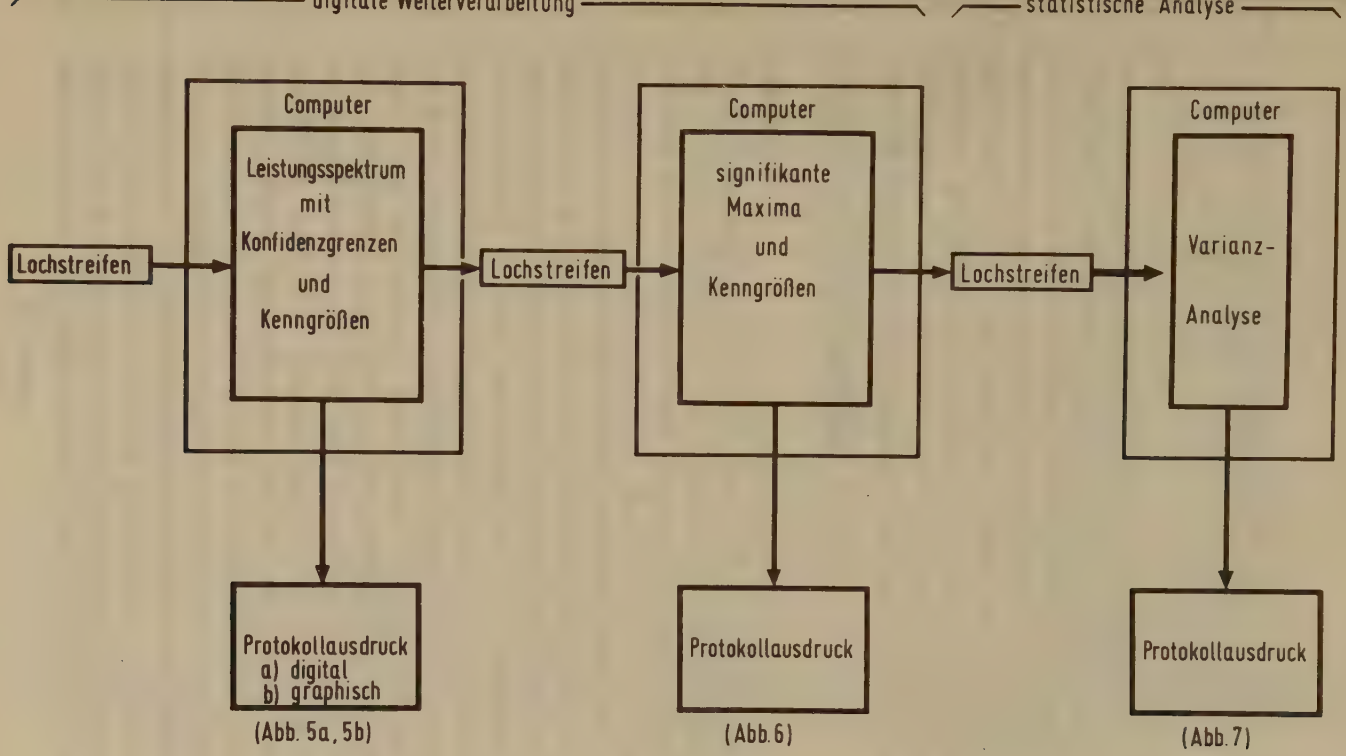


Abb. 4 *Digitale Weiterverarbeitung und statistische Analyse*

periodische Komponenten nachgewiesen werden können. Von periodischen Komponenten spricht man dann, wenn innerhalb des Spektrums Gipfel bei einzelnen Frequenzen auftreten, die unter Berücksichtigung der zugehörigen Konfidenzgrenzen als signifikant bezeichnet werden dürfen. Die Konfidenzgrenzen stellen Begrenzungskurven dar, in deren Bereich die Schätzwerte bei vorgegebener Wahrscheinlichkeit schwanken, wenn der Versuch unter gleichen Bedingungen mehrfahh wiederholt werden würde.

Die nachfolgende Diskussion über das Leistungsspektrum stützt sich auf eine Arbeit von KÜNKEL (18). Ein Leistungsspektrum wird charakterisiert durch eine Reihe von Parametern, die untereinander und mit den Parametern der zugrunde liegenden Zeitfunktion eng zusammenhängen. Zunächst die sogenannte obere Grenzfrequenz, bis zu der hin das Spektrum berechnet werden kann. Wie im vorangehenden Abschnitt beschrieben, steht diese obere Grenzfrequenz in einem engen Zusammenhang zur Integrationszeit und ergibt sich zu o,5 Hz bei einer Integrationszeit von 1 sec. Aus der Theorie des Leistungsspektrums ist bekannt, daß das Produkt von Frequenzauflösung des Leistungsspektrums und Breite der Konfidenzgrenzen der (hier konstanten) Länge der Zeitfunktion proportional ist. Folglich würde eine höhere Frequenzauflösung zu einer größeren Breite der Konfidenzgrenzen führen. Dadurch aber wird die statistische Variabilität des Leistungsspektrums größer, während seine Zuverlässigkeit abnimmt. Die Frequenzauflösung des Leistungsspektrums wurde hier auf o,o1 Hz festgesetzt, woraus sich dann nach den auch bei KÜNKEL (18) angegebenen Formeln die Breite der Konfidenzgrenzen errechnen läßt. Die Berechnung dieser Leistungsspektren zusammen mit ihren Konfidenzgrenzen wurde in einem Computer vom Typ PDP/8I durchgeführt. Die Protokollausdrucke dieses Rechenschrittes wurden in zweifacher Form ausgegeben:

als Zahlenkolumnen, ein Beispiel dafür gibt Abb. 5 a,und als Diagramme mit 51 Indexzahlen über der Abszisse entsprechend den Frequenzen von o - o,5 Hz (Abb. 5 b).

Für jedes Leistungsspektrum wurden derartige Protokollausdrucke ausgeworfen. Schon durch eine optische Inspektion der Ausdrucke und durch Vergleich der zugehörigen Konfidenzgrenzen kann man beurteilen, ob signifikante Maxima in dem untersuchten Leistungsspektrum enthalten sind und damit das Vorhandensein von periodischen Komponenten beweisen. Als signifikant wurden solche Maxima bezeichnet, die die Konfidenzgrenzen der Nachbarwerte überschreiten. Die Nachbarwerte waren auf den Bereich zwischen den vier höheren und vier niederen Indexzahlen beschränkt, so daß also die Basis eines Maximums den Bereich von höchstens 8 Indexzahlen einnehmen konnte. Anhand von Voruntersuchungen fiel auf, daß der größte Anteil der Maxima innerhalb dieses zunächst willkürlich gewählten Indexbereiches lag, so daß sich also diese Begrenzung als äußerst sinnvoll erwies.

Obwohl die optische Beurteilung der Leistungsspektren im Hinblick auf signifikante Maxima und die Breite der zugehörigen Spektralabschnitte grundsätzlich möglich und zuverlässig ist, bedeutet sie doch einen erheblichen Arbeitsaufwand. Daher wurde in einem weiteren Programmschritt diese Auswertung der Spektren vom Computer durchgeführt. Abb. 6 gibt ein Beispiel eines Protokollausdruckes dieses Rechenschrittes wieder. Außer der Anzahl der signifikanten Maxima und der zugehörigen Spektralabschnitte wurden im gleichen Arbeitsgang auch der relative Anteil dieser Spektralabschnitte am gesamten Spektrum sowie die Summe der Prozentanteile aller signifikanten Maxima am jeweiligen Spektrum bestimmt. Daraus ergibt sich bereits eine Anzahl charakteristischer Parameter für die einzelnen Spektren. Damit war

```
+113  +133

+0.909802E+5     +0.311125E+2     +0.969480E+1

+1     +0.186788E+1     +0.432632E+1     +0.779953E+1
+2     +0.104831E+1     +0.242805E+1     +0.437731E+1
+3     +0.322654E+0     +0.747319E+0     +0.134727E+1
+4     +0.377641E+0     +0.874676E+0     +0.157687E+1
+5     +0.663029E+0     +0.153567E+1     +0.276854E+1
+6     +0.127420E+1     +0.295125E+1     +0.532055E+1
+7     +0.125970E+1     +0.291767E+1     +0.526000E+1
+8     +0.651588E+0     +0.150918E+1     +0.272076E+1
+9     +0.328642E+0     +0.761188E+0     +0.137227E+1
+10    +0.396004E+0     +0.917207E+0     +0.165355E+1
+11    +0.594614E+0     +0.137722E+1     +0.248286E+1
+12    +0.670991E+0     +0.155412E+1     +0.280178E+1
+13    +0.469791E+0     +0.108811E+1     +0.196165E+1
+14    +0.251303E+0     +0.582059E+0     +0.104934E+1
+15    +0.194986E+0     +0.451620E+0     +0.814185E+0
+16    +0.217503E+0     +0.503772E+0     +0.908206E+0
+17    +0.350729E+0     +0.812345E+0     +0.146450E+1
+18    +0.464346E+0     +0.107550E+1     +0.193892E+1
+19    +0.356730E+0     +0.826243E+0     +0.148956E+1
+20    +0.283645E+0     +0.656967E+0     +0.118438E+1
+21    +0.303143E+0     +0.702127E+0     +0.126580E+1
+22    +0.268434E+0     +0.621736E+0     +0.112087E+1
+23    +0.269380E+0     +0.623927E+0     +0.112482E+1
+24    +0.275486E+0     +0.638069E+0     +0.115031E+1
+25    +0.354426E+0     +0.820908E+0     +0.147994E+1
+26    +0.377652E+0     +0.874701E+0     +0.157692E+1
+27    +0.238091E+0     +0.551458E+0     +0.994174E+0
+28    +0.305050E+0     +0.706544E+0     +0.127376E+1
+29    +0.404707E+0     +0.937365E+0     +0.168989E+1
+30    +0.307458E+0     +0.712123E+0     +0.128382E+1
+31    +0.364293E+0     +0.843761E+0     +0.152114E+1
+32    +0.413433E+0     +0.957577E+0     +0.172633E+1
+33    +0.327874E+0     +0.759408E+0     +0.136907E+1
+34    +0.336296E+0     +0.778916E+0     +0.140423E+1
+35    +0.283597E+0     +0.656855E+0     +0.118418E+1
+36    +0.275520E+0     +0.638147E+0     +0.115045E+1
+37    +0.411031E+0     +0.952013E+0     +0.171630E+1
+38    +0.339793E+0     +0.787014E+0     +0.141883E+1
+39    +0.167848E+0     +0.388763E+0     +0.700867E+0
+40    +0.179060E+0     +0.414732E+0     +0.747684E+0
+41    +0.283321E+0     +0.656217E+0     +0.118303E+1
+42    +0.600922E+0     +0.139183E+1     +0.250920E+1
+43    +0.782926E+0     +0.181338E+1     +0.326918E+1
+44    +0.449093E+0     +0.104017E+1     +0.187523E+1
+45    +0.219103E+0     +0.507477E+0     +0.914885E+0
+46    +0.300274E+0     +0.695482E+0     +0.125382E+1
+47    +0.518100E+0     +0.120000E+1     +0.216337E+1
+48    +0.702288E+0     +0.162661E+1     +0.293247E+1
+49    +0.559267E+0     +0.129535E+1     +0.233527E+1
+50    +0.323848E+0     +0.750084E+0     +0.135226E+1
+51    +0.256437E+0     +0.593950E+0     +0.107078E+1

+0.991204E+1     +0.184125E+0
+0.131706E+2     +0.954804E+0     +0.380092E+1
```

Abb. 5a *Protokollausdruck eines Spektrums mit unteren und oberen Konfidenzgrenzen*

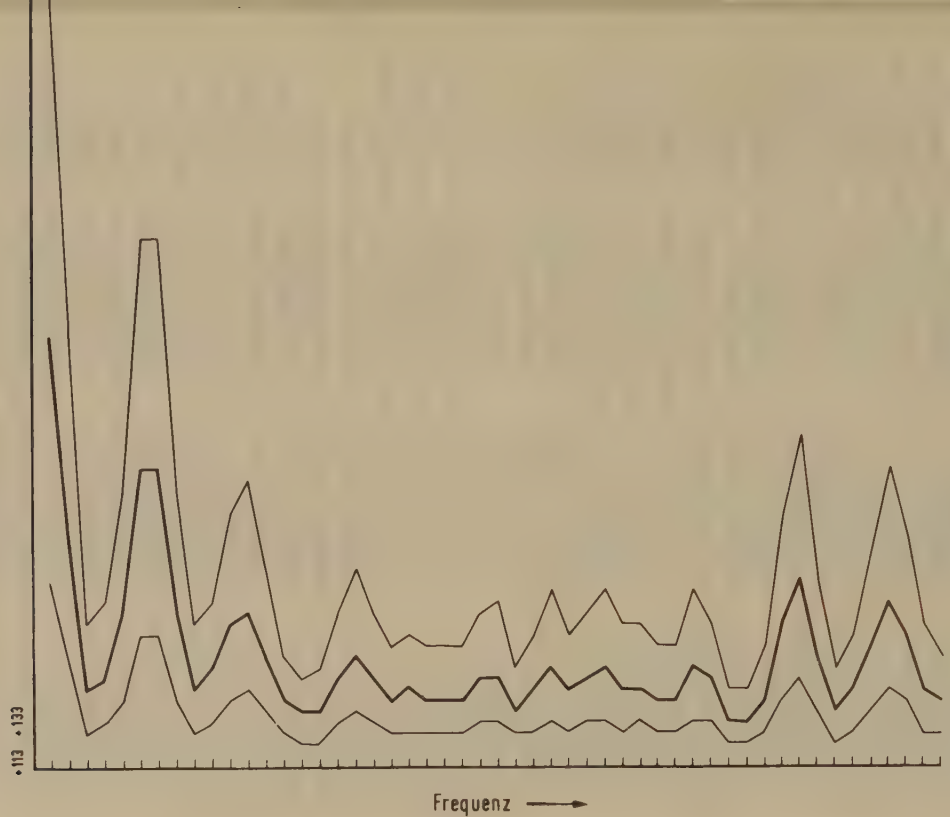


Abb. 5b *Graphische Darstellung des Spektrums der Abb. 5a mit den zugehörigen Konfidenzgrenzen.*

die Beantwortung der Frage möglich, ob überhaupt periodische Komponenten Einfluß nehmen auf die zeitliche Variabilität der beta-Ausprägung, wieviele periodische Komponenten auftreten und in welchem Frequenzbereich sie liegen. Weiterhin konnte eine Aussage darüber gemacht werden, wie groß der relative Anteil periodischer Komponenten an der Variabilität der Zeitfunktion ist und welcher Anteil der Variabilität insgesamt auf rhythmische Einflüsse zurückzuführen ist.

```
+113  +133

ABGRENZBARE MAXIMA
INDEX BEREICH      %-ANTEIL  AMPLITUDE

+1     +1    +2    +12       +0.432632E+1
+6     +6    +7    +10       +0.295125E+1
+12    +10   +13   +9        +0.155412E+1
+43    +42   +44   +7        +0.181338E+1
+46    +47   +49   +7        +0.162661E+1
GESAMTANTEIL IN %: +45
```

Um die in die Berechnung eingehende Zeitfunktion der beta-Ausprägung, die durch die Folge der 400 Integralwerte charakterisiert ist, nun auch numerisch zu beschreiben, wurde das arithmetische Mittel dieser Zeitfunktion bestimmt. Es ist ein Maß für die individuell und topographisch variierende beta-Ausprägung. Weiterhin wurde noch der Variations-

```
+1032
TRANSFORMATION (NEIN=0, JA=1)?+0

ZEILEN
+1      +0.769712E+2
+2      +0.443704E+2
+3      +0.741800E+2
+4      +0.500229E+2
+5      +0.605291E+2
+6      +0.790864E+2
+7      +0.643141E+2
+8      +0.598305E+2
+9      +0.779089E+2
+10     +0.141924E+3
SPALTEN
+1      +0.452676E+2
+2      +0.477976E+2
+3      +0.848788E+2
+4      +0.607910E+2
+5      +0.625603E+2
+6      +0.587597E+2
+7      +0.452322E+2
+8      +0.566348E+2
+9      +0.806190E+2
+10     +0.624296E+2
+11     +0.613675E+2
+12     +0.627992E+2


+1032

FAKTOR    FG     SUMMENQUADR.      MITTEL            F                 P
ZEILEN    +9     +0.548459E+3      +0.609399E+2      +0.864964E+1      <0.0
+1        +1     +0.792578E+1      +0.792578E+1      +0.112496E+1      N S
+2        +2     +0.110238E+3      +0.551191E+2      +0.782346E+1      <0.0
+3        +1     +0.744141E+0      +0.744141E+0      +0.105621E+0      N.S.
ERROR     +106   +0.746839E+3      +0.704536E+1
TOTAL     +119   +0.141417E+4

VERSUCHSFEHLER=+43
     SD=+0.265431E+1
```

Abb.7 *Beispiel für den Protokollausdruck von Varianzanalysen.*

koeffizient der Zeitfunktion ermittelt, der eine Aussage darüber geben kann, ob die beta-Ausprägung in ihrem Zeitablauf mehr oder weniger stark variiert:

$$\text{Variationskoeffizient} = \frac{\text{Varianz}}{\text{arithm. Mittel}}$$

Die Anzahl der Maxima, der relative Prozentanteil der Maxima am Gesamtspektrum, sowie das arithmetische Mittel und der Variationskoeffizient der Zeitfunktion gingen als Kenngrößen in die sich anschließende Varianzanalyse ein und wurden jede für sich einer varianzanalytischen Untersuchung unterworfen, die ebenfalls vom Computer durchgeführt wurde. Abb. 7 zeigt ein Beispiel eines Protokollausdruckes davon.

4. Statistische Analyse der Resultate

Mit Hilfe der Varianzanalyse der im vorangegangenen Rechengang gewonnenen Kenngrößen soll nun noch untersucht werden, ob diese Kenngrößen in ihrer Variabilität einer Reihe von Faktoren unterliegen, die schon bei Versuchsbeginn (siehe Abschnitt 1) berücksichtigt wurden. Zu diesen Faktoren gehören topographische Unterschiede, Seitendifferenzen, therapeutische Einflüsse unter Perazin-Behandlung und individuelle Unterschiede. Die Resultate der Varianzanalyse wurden in folgenden drei Signifikanzstufen angegeben:

1. Signifikanzstufe 1 % entsprechend einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 % ($p \leq 0{,}01$)
2. Signifikanzstufe 5 % entsprechend einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % ($p \leq 0{,}05$)
3. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit 5 % ($p > 0{,}05$) wurde kein Einfluß der untersuchten Faktoren auf die Parameter angenommen.

K R A N K E N G U T

Die 1o Patienten, von denen die hier untersuchten Elektroencephalogramme abgeleitet wurden, befanden sich in der Psychiatrischen und Neurologischen Universitätsklinik von Berlin in stationärer Behandlung. Es waren ausschließlich männliche Patienten, die an psychiatrischen Leiden erkrankt waren und deswegen einer hochdosierten Perazin-Behandlung (Taxilan) unterstanden. Sie erhielten eine Tagesdosis von 6oo mg Perazin, also 6 g in 1o Tagen, mit Ausnahme eines Patienten, der insgesamt 7,4 g erhielt. Von den 1o hier untersuchten Patienten wurde jeweils vor und am 1o. Tage nach Behandlungsbeginn ein EEG abgeleitet.

Die Krankheitsbilder der 1o Patienten wurden folgendermaßen eingeteilt:

Schizophrenien	3 Patienten
andere Psychosen	3 Patienten
Neurosen	4 Patienten

Das durchschnittliche Alter der Patienten betrug 34 Jahre; dabei war der jüngste Patient 19 Jahre, der älteste 58 Jahre alt.

E R G E B N I S S E (Tab. 1)

I. Zeitfunktion der beta-Ausprägung

Mit der Bestimmung des arithmetischen Mittels und des Variationskoeffizienten der Zeitfunktion wurden zwei für das Verhalten der beta-Ausprägung aussagekräftige Größen gewonnen. Ob diese beiden Größen individuellen, therapeutischen und topographischen Einflüssen unterliegen, wurde durch eine Varianzanalyse untersucht.

1. Das arithmetische Mittel der Zeitfunktion

Das arithmetische Mittel, d.h. die mittlere Ausprägung des beta-Frequenzbandes zeigte auf der rechten und linken Seite keine nennenswerte Differenz. Dagegen waren sichere Unterschiede mit einer Signifikanzstufe von p = o,o1 an den drei Topographien nachweisbar. Bei gleicher Signifikanzstufe zeigten sich vor und nach Therapie differierende Werte für das arithmetische Mittel. Eine individuelle, d.h. von Versuchsperson zu Versuchsperson unterschiedliche, spezifische Ausprägung des beta-Frequenzbandes wurde bei einer Signifikanzstufe von 1 % evident. Tab. 2 vermittelt einen Eindruck über die Größenordnungen des arithmetischen Mittels. Diese Zahlenangaben in willkürlichen Einheiten stellen über Seite und Versuchsperson für die drei Topographien vor und nach Therapie gemittelte Werte des arithmetischen Mittels dar.

	vor Therapie	unter Therapie
frontal	o,2397	o,22122
temp.bas.	o,48964	o,39674
occipital	o,35489	o,27835

Tab. 2

	Versuchspersonen	Seite	Topographie	Therapie
Mittel der Eingabewerte	+ +	Ø	+ +	+ +
Variations-Koeffizient	+ +	Ø	+ +	Ø
Anzahl der Maxima	+ +	Ø	Ø	+
Prozentanteil der Maxima	+	Ø	Ø	Ø

++ *Signifikanzstufe 1%* $p \leq 0{,}01$ + *Signifikanzstufe 5%* $p \leq 0{,}05$ Ø *nicht signifikant* $p \geq 0{,}05$

Tabelle 1: *Übersicht über die Ergebnisse der Varianzanalyse*

2. Der Variationskoeffizient der beta-Ausprägung

Der Variationskoeffizient zeigte interindividuelle Abhängigkeit. Die Varianz der beta-Ausprägung im Zeitablauf, bezogen auf die mittlere beta-Ausprägung, ist also eine für jede Versuchsperson unterschiedliche Größe. Die Signifikanzstufe betrug 1 %. Bei einem Vergleich der Variationskoeffizienten von der rechten und linken Seite ergab sich keine signifikante Differenz der Werte. Ebenso hatte die Therapie keinen wesentlichen Einfluß auf den Variationskoeffizienten.

Die Ableitungen von frontal, temporo-basal und occipital ergaben dagegen signifikant voneinander abweichende Werte. Die Signifikanzstufe betrug 1 %. In der Tab. 3 sind diese für die Topographie über Versuchsperson, Seite und Therapie gemittelten Variationskoeffizienten zusammengestellt.

frontal	o,12876
temp.bas.	o,48964
occipital	o, 35489

Tab. 3

3. Zwischenzusammenfassung

Die mittlere beta-Ausprägung zeigte ein signifikant unterschiedliches Verhalten bei den einzelnen Versuchspersonen, an den drei untersuchten Topographien sowie unter dem Einfluß der Therapie. Für alle drei untersuchten Faktoren betrug die Signifikanzstufe 1 %.

Von der Seitenlokalisation bestand keine Abhängigkeit.

Die Versuchspersonen und die drei Topographien nahmen deutlich Einfluß auf den Variationskoeffizienten bei einer Signifikanzstufe von p = o,o1. Unter Seitenwechsel und Therapie war keine nennenswerte Änderung der Werte zu verzeichnen.

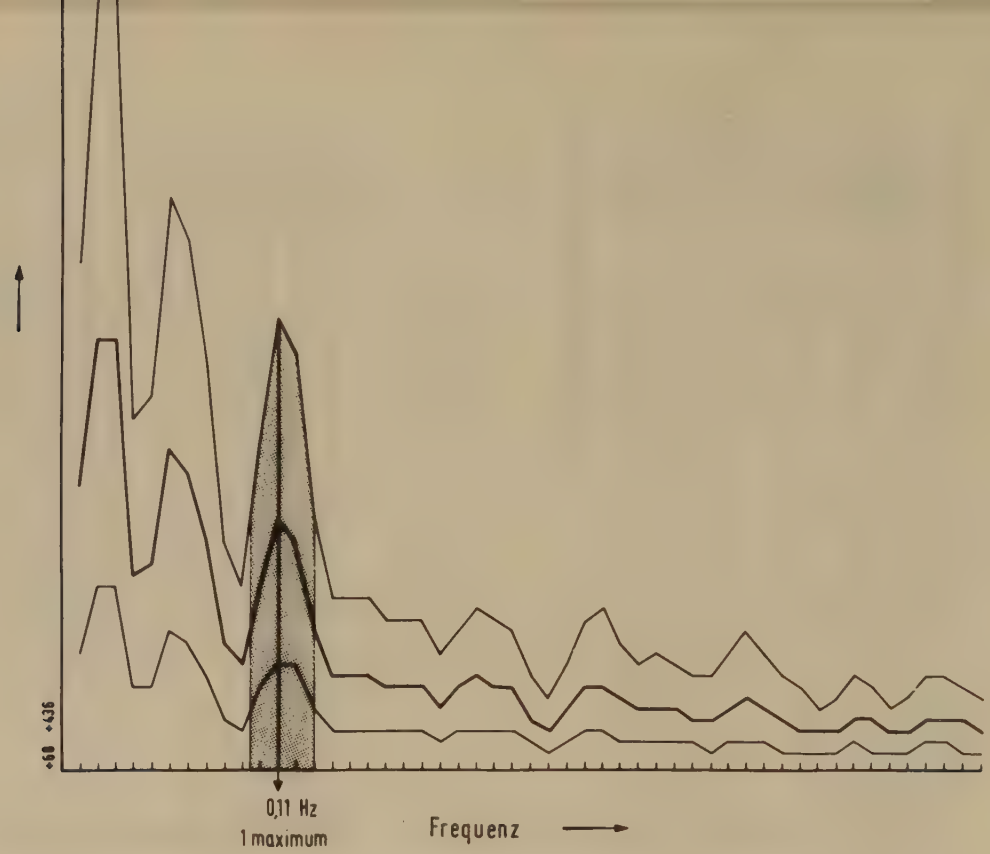


Abb. 8 *Beispiel eines Spektrums mit 1 signifikanten Maxima.*

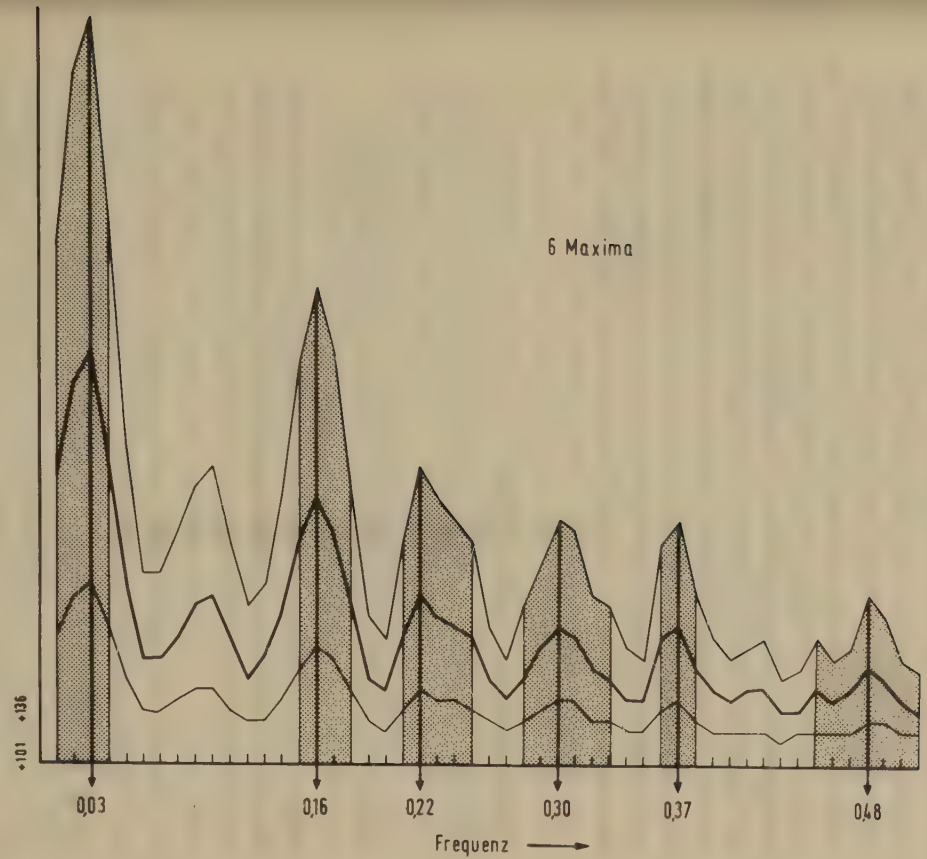


Abb. 9 *Beispiel eines Spektrums mit 6 signifikanten Maxima.*

II. Spektrum der Zeitfunktion

Zur Beantwortung der Frage nach dem möglichen Auftreten periodischer Komponenten innerhalb der Ausprägung des beta-Frequenzbandes wurde aus der Zeitfunktion das Leistungsspektrum der beta-Ausprägung erstellt. Das Leistungsspektrum wurde auf signifikante Maxima hin untersucht. Konnte wenigstens ein signifikantes Maximum abgetrennt werden, so war dies ein Beweis für das Wirksamwerden periodischer Einflüsse in diesem Spektrum. Durch eine anschließende varianzanalytische Untersuchung konnte aufgedeckt werden, ob das Auftreten der Maxima bzw. der periodischen Komponenten von bestimmten Faktoren - Seite, Topographie, Therapie und Versuchsperson - abhängig ist.

1. Anzahl signifikanter Maxima

Insgesamt wurden 12o Varianzspektren untersucht. In jedem Spektrum konnte wenigstens ein signifikantes Maximum abgegrenzt werden, in einzelnen sogar bis zu neun. Im Durchschnitt traten 3 signifikante Maxima pro Spektrum auf. Die Abb. 8 und 9 zeigen Leistungsspektren und ihre Konfidenzgrenzen mit einem und mehreren signifikanten Maxima. Die Anzahl signifikanter Maxima war bei den einzelnen Versuchspersonen unterschiedlich groß. Die Signifikanzstufe betrug 1 %.

Die beiden Faktoren Seite und Topographie hatten auf die Anzahl der Maxima keinen Einfluß.

Unter der Therapie dagegen änderte sich die Zahl der Maxima deutlich bei einer Signifikanzstufe von 5 %. Dieses Ergebnis veranschaulicht Tab. 4. Sie gibt die über Versuchsperson, Seite und Topographie gemittelte Anzahl der Maxima vor und unter Therapie wieder:

vor Therapie	2,4
unter Therapie	2,9

Tab. 4

2. Prozentanteil der Maxima

Jedes Maximum hat an der Gesamtvariabilität des jeweiligen Spektrums einen bestimmten Anteil, der in Prozent berechnet wurde. Die Prozentanteile aller Maxima eines Spektrums wurden summiert. So war es möglich, für jedes Spektrum den Anteil nicht zufallsbedingter Variabilität an der Gesamtvariabilität zu errechnen. Er betrug im Durchschnitt 32,3 %, d.h., daß durchschnittlich 1/3 der gesamten Variabilität des beta-Frequenzbandes durch rhythmische Einflüsse hervorgerufen wird (Abb. 11). In der varianzanalytischen Untersuchung erwies sich dieser Prozentanteil aller Maxima am Spektrum als relativ konstante Größe, die lediglich interindividuelle Unterschiede bei einer Signifikanzstufe von 5 % aufwies. Eine im Hinblick auf die Faktoren Seite und Topographie untersuchte Abhängigkeit dieser Größe bestand nicht. Desgleichen trat unter Therapie keine signifikante Änderung der Werte für die Prozentanteile der Maxima auf.

3. Verteilung signifikanter Maxima über dem untersuchten Spektralbereich

In allen 12o Leistungsspektren war in gewisser Regelmäßigkeit eine Häufung signifikanter Maxima über den niederen Frequenzen von o - o,o5 Hz sowie am Ende der untersuchten Spektren über den hohen Frequenzen von o,45 - o,5 Hz auffällig. Dieser Verteilungsmodus läßt sich, wie Abb. 1o zeigt, in einem Diagramm graphisch darstellen, in dem alle Maxima der 12o Spektren über ihren entsprechenden Frequenzen addiert und in ein Koordinatensystem eingetragen werden. Der durchschnittliche Prozentanteil periodischer Aktivitäten über dem niederen Frequenzbereich von o - o,o5 Hz an der Gesamtvariabilität betrug 21,35 %. Von den 32,3 % nicht zufallsbedingter Variabilität entfielen also auf den

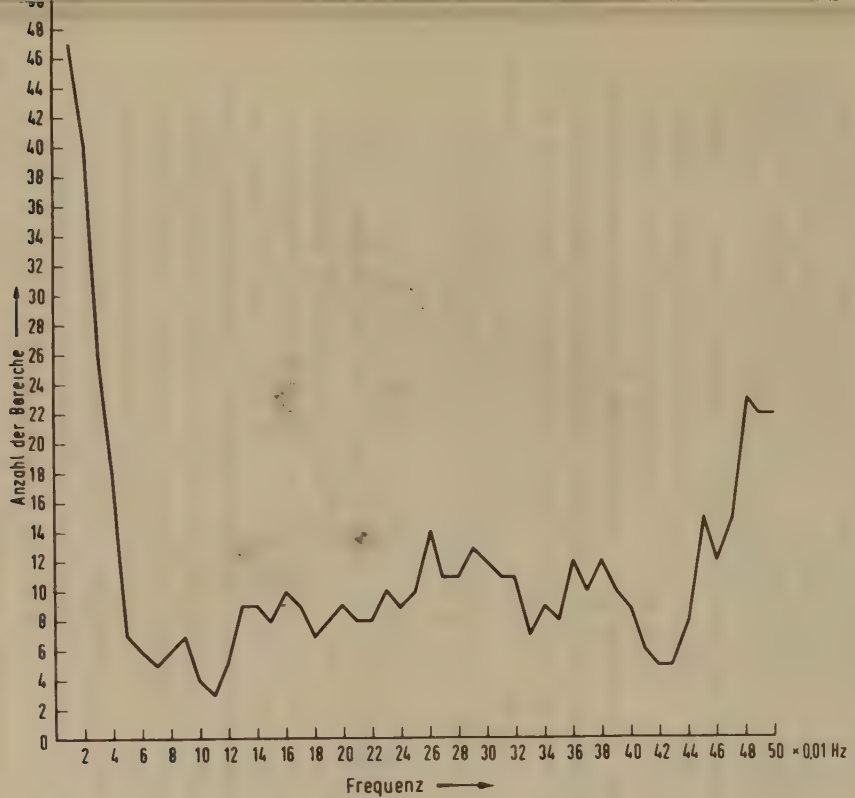


Abb. 10 *Verteilung signifikanter Maxima uber den analysierten Frequenzbereich.*

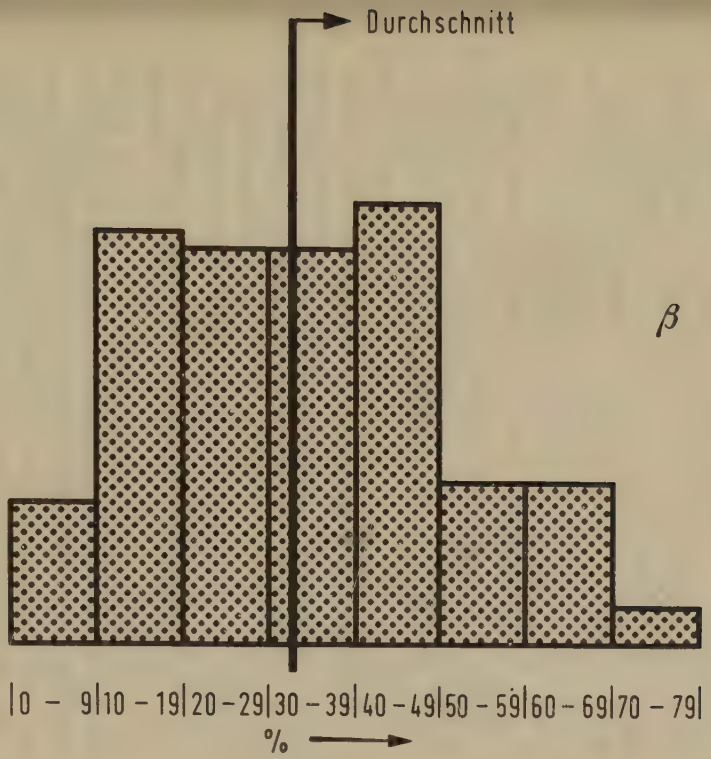


Abb.11 *Verteilung des prozentualen Anteils periodischer Aktivität an der Gesamtvariablität der β-Ausprägung*

niederen Frequenzbereich 66,o9 %. Dies läßt sich aus dem Quotienten 21,35 mal 1oo/32,3 errechnen.

4. Zwischenzusammenfassung

In jedem der 12o Spektren konnte mindestens ein signifikantes Maximum als Ausdruck periodischer Einflüsse nachgewiesen werden. Im Durchschnitt fanden sich drei Maxima pro Spektrum. Inwieweit das Auftreten periodischer Komponenten von den vier Faktoren: "Versuchsperson, Seitenlokalisation, Topographie und Therapie" abhängig ist, wurde mit Hilfe der Varianzanalyse untersucht. Mit einer Signifikanzstufe von 1 % zeigten sich Unterschiede bei den einzelnen Versuchspersonen. Therapeutische Einflüsse auf die Anzahl der Maxima traten mit einer Signifikanzstufe von 5 % deutlich hervor. Seiten- sowie topographische Unterschiede ließen sich für die Anzahl der Maxima nicht nachweisen. Der durchschnittliche Prozentanteil nicht zufallsbedingter Variabilität an der Gesamtvariabilität betrug 32,3 %. Für diesen Parameter konnten nur interindividuelle Unterschiede mit einer Signifikanzstufe von 5 % nachgewiesen werden. Die Faktoren: Therapie, Seitenlokalisation und Topographie blieben ohne Einfluß.

In dem Verteilungsdiagramm trat deutlich eine Häufung der Maxima über dem Frequenzbereich von o - o,o5 Hz hervor. Der prozentuale Anteil periodischer Aktivitäten über den niederen Frequenzen an der Gesamtvariabilität betrug 21,3 %. Von den durchschnittlich 32,3 % Periodizität waren 66,o9 % dem niederen Frequenzbereich von o - o,o5 Hz zuzuordnen.

III. Zusammenfassung der Ergebnisse

Für die beiden Kenngrößen der Zeitfunktion des beta-Frequenzbandes, mittlere beta-Ausprägung und Variationskoeffizient, ließ sich in ihrer varianzanalytischen Untersuchung eine signifikante Abhängigkeit von den Versuchspersonen und der Topographie nachweisen. Die Signifikanzstufe betrug dabei jeweils 1 %. Auf die mittlere beta-Ausprägung hatte weiterhin auch die Therapie einen erheblichen Einfluß; ihre Signifikanzstufe lag ebenfalls bei 1 %. Dagegen konnte eine Seitenabhängigkeit nicht nachgewiesen werden. Der Variationskoeffizient blieb sowohl von der Seite als auch von der Therapie unbeeinflußt. Untersucht auf rhythmische Komponenten ließen sich durchschnittlich in jedem der 120 Leistungsspektren drei Maxima nachweisen. Über den niederen Frequenzen von 0 - 0,05 Hz und den höheren von 0,45 - 0,5 Hz traten deutliche Gruppierungen hervor. Nahezu 1/3 (32,3 %) der Gesamtvariabilität war durch nicht zufallsbedingte Variabilität bedingt. Davon entfielen 66,09 % auf die periodischen Aktivitäten über dem niederen Frequenzbereich von 0 - 0,05 Hz. Interindividuelle Unterschiede mit einer Signifikanzstufe von 1 % sowie therapeutische Einflüsse mit einer Signifikanzstufe von 5 % ließen sich für die Anzahl der Maxima nachweisen. Die Prozentanteile der Maxima änderten sich nur unter den Versuchspersonen. Dabei betrug die Signifikanz 5 %. Die drei weiteren Faktoren Topographie, Seite und Therapie blieben ohne Einfluß.

D I S K U S S I O N

In einigen vorangehenden Arbeiten von HELMCHEN, KÜNKEL und KREBS (9, 1o, 11, 16) wurden das alpha- und theta-Frequenzband einer quantitativen Analyse unter der Behandlung mit Psychopharmaka unterzogen, während über eine varianzanalytische Untersuchung des isolierten beta-Frequenzbandes bisher noch keine genauen Ergebnisse vorliegen. Wegen ihrer Kleinheit und Inkonstanz waren die beta-Wellen für die Auswertung des EEG nicht so bedeutsam wie der alpha-Rhythmus. Bekanntlich ist die beta-Aktivität im normalen EEG am deutlichsten in der Frontal- und Präzentralregion nachweisbar (3, 4, 2o). Wie die Tab. 2 zeigt, fand sich bei dieser Untersuchung die beta-Ausprägung am stärksten ausgebildet im temporalen Bereich, während sie im frontalen Bereich noch geringer ausgeprägt war als im occipitalen. Unter der Behandlung mit Perazin zeigte sich in allen drei Topographien eine deutliche Verminderung der beta-Ausprägung. Daß die Ausprägung des beta-Frequenzbandes bei den einzelnen Versuchspersonen unterschiedlich war, entsprach den bisherigen Vorstellungen.

Bemerkenswert war die Tatsache, daß der Variationskoeffizient, der ein Ausdruck für die Variabilität der beta-Ausprägung in ihrem Zeitablauf darstellt, ein der beta-Ausprägung ähnliches Verhalten zeigt bezüglich der topographischen Verteilung. Aus Tab. 3 lassen sich die frontal, temporo-basal und occipital unterschiedlichen Werte ablesen. Auch hier liegt der höchste Wert im temporo-basalen Bereich. Ob die Variabilität der beta-Ausprägung in diesem Bereich relativ entsprechend der stärkeren Ausprägung zunimmt oder ob eine absolute Zunahme der Variabilität angenommen werden kann, läßt sich nicht sicher beantworten. Von der Perazin-Behandlung dagegen blieb die Variabilität der beta-Ausprägung unbeeinflußt. Ein Seitenvergleich deckte weder für die mittlere Ausprägung noch für die Variabilität der Ausprägung signifikante Unterschiede auf.

In jedem der untersuchten 12o Varianzspektren konnte wenigstens ein signifikantes Maximum als Ausdruck periodischer Aktivität nachgewiesen werden. Die durchschnittliche Anzahl signifikanter Maxima betrug 3 Maxima pro Spektrum. Der zeitliche Ablauf des beta-Frequenzbandes ist also nicht rein zufallsbedingt, sondern unterliegt auch rhythmischen Einflüssen. Die Häufigkeit des Auftretens solcher rhythmischen Komponenten wechselte von Versuchsperson zu Versuchsperson. Die Untersuchung an den drei Topographien und der Vergleich der rechten und linken Seite ergab für die Anzahl der Maxima keine signifikante Änderung. Dagegen war eine therapiebedingte Einflußnahme mit einer Signifikanz von 5 % nachzuweisen. Unter Perazin-Behandlung nahm die durchschnittliche Anzahl der Maxima deutlich zu. Dieses Ergebnis läßt vermuten, daß diese rhythmischen Komponenten von bestimmten subkortikalen Strukturen ausgehen, auf die Perazin einen Einfluß ausübt. Jedoch ist es bisher noch nicht gelungen, den genauen Wirkungsort und die Wirkungsweise der Neuroleptica überhaupt eindeutig herauszufinden. Ihr Hauptangriffspunkt wird heute in thalamische und hypothalamische Zentren und in das tectoretikuläre System gelegt (1, 2, 5, 6). Der in allen Spektren zu beobachtende Gipfel über der Indexzahl 1 läßt sich aus dem methodischen Vorgehen erklären. Die Größe des Frequenzauflösungsvermögens wurde zu o,o1 Hz bei einer Integrationszeit von 1 sec gewählt. Ein noch größeres Auflösungsvermögen würde zwangsläufig eine längere Integrations- und Ableitungszeit erfordern, damit die Versuchsperson zu sehr beanspruchen und folglich eine störungsfreie EEG-Ableitung gefährden. Infolge dieser so begrenzten Frequenzauflösung wurden alle zwischen o und o,o1 Hz liegenden Frequenzen summarisch über der Indexzahl 1 erfaßt. Der ebenfalls in jedem Spektrum auffällige Gipfel über der Indexzahl 51 ist nicht als tatsächliches signifikantes Maximum anzusehen, sondern artifiziell bedingt.

Er erklärt sich zumindest teilweise aus dem Verhältnis von Schwingungsdauer der beta-Wellen und Integrationszeit. Da die Schwingungsdauer nicht immer ein ganzzahliges Vielfaches der Integrationszeit beträgt, kommt es zum Auftreten dieses scheinbaren Gipfels am Ende des Spektrums.

Eine genauere Vorstellung von dem Anteil periodischer Einflüsse an der Gesamtvariabilität eines jeden Spektrums ergab die Berechnung der Summe aller signifikanten Maxima pro Spektrum in Prozent. Im Durchschnitt waren 32,3 %, d.h. also fast ein Drittel der Gesamtvariabilität des beta-Frequenzbandes nicht zufallsbedingt, sondern durch rhythmische Komponenten hervorgerufen. Dieser Prozentanteil aller Maxima erwies sich bei der varianzanalytischen Untersuchung in Abhängigkeit von den Faktoren Topographie, Therapie, Seitenlokalisation und Versuchspersonen als relativ konstante Größe. Lediglich interindividuelle Unterschiede konnten mit einer Signifikanzstufe von 5 % nachgewiesen werden, während sich unter den drei anderen untersuchten Faktoren, also auch unter der Therapie, keine signifikante Änderung zeigte. Daß die Perazin-Behandlung zwar auf die Häufigkeit des Auftretens periodischer Komponenten Einfluß nahm, dagegen keine signifikante Änderung des prozentualen Anteils der Maxima an der Gesamtvariabilität erkennen ließ, ist ein sehr bemerkenswertes Ergebnis. Dazu ließe sich folgende Hypothese aufstellen: Für die Entstehung rhythmischer Komponenten und für deren Ausmaß, d.h. den prozentualen Anteil periodischer Aktivität an der Gesamtvariabilität, könnten voneinander verschiedene Strukturen angenommen werden. Unter der Perazin-Behandlung änderte sich die Anzahl signifikanter Maxima. Ihr Schrittmacher müßte also im Wirkungsbereich dieses Neurolepticums liegen. Dagegen blieb der prozentuale Gesamtanteil periodischer Aktivität

sowohl von der Therapie als auch von den kortikalen Faktoren Seitenlokalisation und Topographie unbeeinflußt, so daß hier ein anderes subkortikal gelegenes Funktionszentrum vermutet werden könnte, über dessen wahren Mechanismus bis heute noch nichts Sicheres ausgesagt werden kann. Im Rahmen dieser Arbeit war es nicht möglich, derartige Problemstellungen eingehender zu untersuchen.

Weiterhin wurde der Frequenzbereich untersucht, über dem rhythmische Komponenten auftraten. Dabei war eine Gruppierung periodischer Aktivität über den niederen Frequenzen von o - o,o6 Hz auffällig. Ihr Anteil an der Gesamtvariabilität des Spektrums betrug 21,3 %. Von den insgesamt 32,3 % nicht zufallsbedingter Variabilität waren also 66,o9 % in diesem Frequenzbereich wirksam.

Eine Beziehung der hier aufgetretenen rhythmischen Komponenten zu anderen, schon bekannten physiologischen Rhythmen, wie der Atemrhythmik und den Blutdruckwellen höherer Ordnung (7, 8, 18, 23) konnte in dieser Untersuchungsreihe nicht gefunden werden.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Von den 1o männlichen, psychiatrischen Patienten wurde vor Perazin-Behandlung und am 1o. Behandlungstage jeweils ein EEG abgeleitet, aus dem durch automatische Frequenzanalyse das beta-Frequenzband isoliert gewonnen wurde. Durch eine automatische Bandintegration und automatische Speicherung der einzelnen aufeinanderfolgenden Integrale als numerische Werte in einem Vielkanalanalysator vom Typ CAT 4oo B erhielt man für jede der untersuchten EEG-Ableitungen die entsprechende Zeitfunktion der beta-Ausprägung, die sich jeweils über einen Zeitraum von fast 7 min erstreckte. Als Kenngrößen für die Zeitfunktion wurden das arithmetische Mittel gleich die mittlere Ausprägung der Zeitfunktion und der Variationskoeffizient als Ausdruck der Variation der mittleren Ausprägung der Zeitfunktion bestimmt. Aus der Zeitfunktion wurden nun über die Autokovarianzfunktion mit anschließender Fouriertransformation die Leistungsspektren erstellt mit ihren beiden Kenngrößen: Anzahl der Maxima und Prozentanteil der Maxima. Ob und inwieweit diese Kenngrößen in ihrer Variabilität einer Reihe von Faktoren unterlagen "Therapie, Topographie, Seite, Versuchsperson", wurde durch eine Varianzanalyse untersucht. Die Ausprägung des beta-Frequenzbandes zeigte bei den einzelnen Versuchspersonen, an den 3 Topographien und unter Perazin-Behandlung ein signifikant unterschiedliches Verhalten. Sie blieb unbeeinflußt von der Seitenlokalisation.

Die Variabilität der beta-Ausprägung, d.h. der Variationskoeffizient, wies deutlich interindividuelle und topographische Unterschiede auf, während Therapie und Seite ohne Einfluß blieben.

Die Frage nach dem Vorhandensein rhythmischer Komponenten in der Zeitfunktion der beta-Ausprägung ließ sich durch das Auftreten signifikanter Maxima, die beweisend für solche sind, in jedem der 12o Leistungsspektren bejahen. Die durchschnittliche Anzahl der Maxima lag bei 3 Maxima pro Spektrum. Sie war von Versuchsperson zu Versuchsperson verschieden und zeigte auch unter Perazin-Behandlung unterschiedliche Werte, während Seiten- und topographische Differenzen nicht signifikant wurden.

Der durchschnittliche Prozentanteil nicht zufallsbedingter Variabilität an der Gesamtvariabilität betrug 32,3 %, von denen 66,o9 % auf die periodischen Aktivitäten über dem niederen Frequenzbereich von o - o,o5 Hz entfielen. Für die Prozentanteile der Maxima ließen sich nur interindividuelle Unterschiede aufweisen.

Eine Beziehung der hier gefundenen periodischen Komponenten zu anderen, aus der Literatur bekannten physiologischen Rhythmen ließ sich nicht nachweisen.

LITERATURVERZEICHNIS

1 BENTE, D.: Zur Wirkung des Phenothiazinkörpers Megaphen auf das menschliche Hirnstrombild. Arzneimittelforschung 4 (1954) 418-423

2 BENTE, D., T. ITIL: Elektroencephalographische Befunde zur Wirkungsweise der neuroleptischen Behandlungsverfahren. Arzneimittelforschung 7 (1957) 611-615

3 BERGER, H.: Über das Elektroencephalogramm des Menschen; I. Mitteilung. Arch.Psychiat.Nervenkr. 87 (1929) 527-57o

4 BERGER, H.: Über das Elektroencephalogramm des Menschen; III. Mitteilung. Arch.Psychiat.Nervenkr. 94 (1931) 16-6o

5 BRÜCKE, F.TH.v., O. HORNYKIEWICZ: Pharmakologie der Psychopharmaka. (1966) 1o-15 Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York

6 COPER, H., H. SELBACH: Klassifikation sowie pharmakologische und klinische Grundlagen der Psychopharmakotherapie. Der Internist 8 (1967) 313-322

7 FENYÖ, E., T. HASZNOS: Periodic EEG complexes in subacute panencephalitis: reactivity, reponse to drugs and respiratory relations-ships. Electroenceph.clin.Neurophysiol. 16 (1964) 446-458

8 FENYÖ, E., T. HASZNOS: Reactivity of the periodic EEG-complexes in patients with panencephalitis. Electroenceph.clin.Neurophysiol. 15 (1963) 339

9 HELMCHEN, H., H. KÜNKEL: EEG-Längsschnittuntersuchungen bei der Pharmakotherapie von Psychosen. Beitrag zur Faktorenanalyse der individuellen Hirnreaktionslage. Neuropsychopharm. 3 (1964) 469-473

1o HELMCHEN, H., H. KÜNKEL: Möglichkeiten quantitativer Auswertung elektroencephalographischer Verlaufsuntersuchungen bei neurologischer Behandlung. Med.Exp. 2 (196o) 95-1o2

11 HELMCHEN, H., H. KÜNKEL: Der Einfluß von EEG-Verlaufsuntersuchungen unter psychiatrischer Pharmakotherapie auf die Prognostik von Psychosen. Arch.Psychiatr.Nervenkr. 2o5 (1964) 1-18

12 JUNG, R.: Das Elektroencephalogramm und seine klinische Anwendung. Nervenarzt 14 (1941) 57-7o und 1o4-1117

13 JUNG, R.: Das Elektroencephalogramm und seine klinische Anwendung. Nervenarzt 12 (1939) 569-591

14 JUNG, R.: Das Elektroencephalogramm. Handbuch der Inneren Medizin Bd.V/1 (1953) 1216-1325 Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, Göttingen

15 KOEPCHEN, H.P.: Die Blutdruckrhythmik. Eine Untersuchung über die Bedeutung der zentralen Rhythmik für die nervöse Kreislaufsteuerung. Steinkopff, Darmstadt (1962)

16 KREBS, F.A.: Quantitative Analyse des Elektroencephalogramms unter Perazin-Langzeitbehandlung. Inaugural-Dissertation an der FU Berlin (1968)

17 KÜNKEL, H., M. WESTPHAL: Quantitativ EEG-analysis of pyrithioxine action. Pharmaco-Psychiat. 3 (197o) 41-49

18 KÜNKEL, H.: Die Periodik der paroxysmalen Dysrhythmie im Elektroencephalogramm. (1969) Thieme Verlag Stuttgart

19 KUGLER, H.: Elektroencephalographie in Klinik und Praxis.
Eine Einführung.
Thieme Verlag, Stuttgart 1966 XII

2o NIEBELING, H.G.: Einführung in die Elektroencephalographie.
Joh.Ambros.Barth, Leipzig (1968)

21 PEARCE, S.C.: Biological Statistics. An Introduction.
Mac Graw-Hill Series in Probality and Statistics, New York, St. Louis, San Francisco 1965, 1-47, 1o6-1o7

22 POOLE, E.W.: Nervous activity in relation to the respiratory cycle.
Nature (Lond.) 189 (1961) 579

23 POOLE, E.W.: Periodic EEG discharges in subacute encephalitis with reference to respiratory and cardiac cycles.
Electroenceph.clin.Neurophysiol. 12 (196o) 759

24 POOLE, E.W.: The interrelationship of respiration and the EEG complexes of subacute encephalitis.
Electroenceph.clin.Neurophysiol. 14 (1962) 294

Herrn Professor Dr.med. Helmut Selbach,
Direktor der Psychiatrischen und Neurologischen Klinik I
der Freien Universität Berlin, möchte ich meinen Dank
aussprechen für die Arbeitsmöglichkeit an seiner Klinik.

Herrn Professor Dr.med. Helmut Künkel,
Leiter der Abteilung für Klinische Neurophysiologie
und experimentelle Neurologie, möchte ich für die Über-
lassung des Themas und die freundliche Mithilfe bei der
Abfassung dieser Arbeit danken.

L E B E N S L A U F

Am 14.4.1942 bin ich als Tochter des Nervenarztes Dr. Wilhelm Friedrich Sternberg und seiner Ehefrau Luise, geb. Altpeter in Berlin geboren. 1948 wurde ich eingeschult in die Evangelische Grundschule in Berlin-Steglitz. Nach 4 Grundschuljahren wechselte ich über in die 5. Klasse des Humanistischen Gymnasiums zu Berlin-Steglitz. Dieses besuchte ich 9 Jahre und beendete es Ostern 1961 mit bestandenem Abitur. Mit dem Sommersemester 1961 begann ich an der Freien Universität Berlin mein Medizinstudium. Ohne Unterbrechung habe ich alle Semester in Berlin gehört und am 12.9.1967 mein Staatsexamen abgelegt. Im Oktober begann ich meine klinische Tätigkeit als Medizinalassistentin auf einer inneren Abteilung des St.Gertrauden-Krankenhauses. Während meiner Ausbildungszeit als Medizinalassistentin war ich außer in der Inneren Medizin auch in der Chirurgie, Gynäkologie und Geburtshilfe, sowie in der Neurologie tätig. Im November 1969 erhielt ich meine Approbation. Zunächst blieb ich weiterhin an der Psychiatrischen und Neurologischen Universitätsklinik Berlin, in der ich auch zuletzt als Medizinalassistentin beschäftigt und an meiner Dissertationsarbeit gearbeitet habe. Seit April 197o bin ich als Assistenzärztin in der Inneren Abteilung des Auguste-Viktoria-Krankenhauses tätig.